

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-331884

(P2003-331884A)

(43)公開日 平成15年11月21日(2003.11.21)

(51)Int.Cl.
H 01 M 8/04

8/02
// H 01 M 8/10

識別記号

F I
H 01 M 8/04

8/02
8/10

テマコト*(参考)
P 5 H 0 2 6
Y 5 H 0 2 7
R

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2002-140970(P2002-140970)
(22)出願日 平成14年5月16日(2002.5.16)

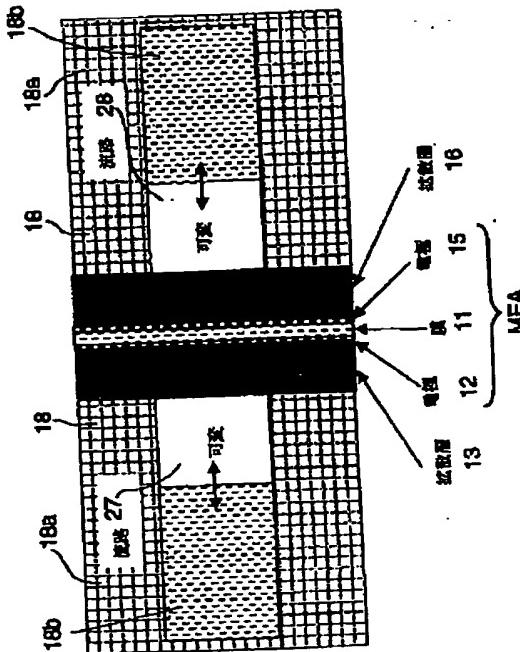
(71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(72)発明者 中西 治通
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 松本 信一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(74)代理人 100083091
弁理士 田淵 經雄
F ターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC10
5H027 AA06 MM03 MM08 MM26

(54)【発明の名称】 燃料電池

(57)【要約】

【課題】 OC(オープンサーキット)時ガス流路を閉塞して燃料電池耐久を改善するに際し、セル外部からの要求に応じて流路断面積を変えることができるとともに、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができる燃料電池の提供。

【解決手段】 (1)セル面内のガス流路27、28の断面積が可変であり、燃料電池負荷に応じてガス流路断面積を変化させた燃料電池。(2)OC時はガス流路27、28を全閉とした。(3)ガス流路を、固定部18aと、固定部とは別部品で固定部に対して可動部の可動部18bから構成し、可動部18bを動かすことによりガス流路27、28を流路レスと流路有りの状態との間で変化させた。(4)ガス流路27、28を、OC時には流路レスとし、出力時には流路断面積可変の流路有りとする。(5)ガス流路27、28を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中開にする。



—5TH AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セル面内のガス流路の断面積が可変であり、燃料電池負荷に応じてガス流路断面積を変化させた燃料電池。

【請求項2】 OC時は前記ガス流路を全閉とした請求項1記載の燃料電池。

【請求項3】 セル面に形成されるガス流路を有する燃料電池であって、前記ガス流路を、固定部と、該固定部とは別部品で固定部に対して可動の可動部から構成し、前記可動部を動かすことにより前記ガス流路を流路レスと流路有りの状態との間で変化させた燃料電池。

【請求項4】 前記ガス流路を、OC時には流路レスとし、出力時には流路断面積可変の流路有りとする請求項3記載の燃料電池。

【請求項5】 出力時の流路有りにおいて、前記ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全閉にし、要求出力が高い時には流路断面積を中開にする請求項4記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

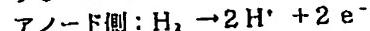
【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は燃料電池に関し、とくにガス流路断面積可変の燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 図3、図4に示すように、固体高分子電解質型燃料電池10は、膜-電極アッセンブリ(MEA : Membrane-Electrode Assembly)とセバレータとの積層体からなる。膜-電極アッセンブリは、イオン交換膜からなる電解質膜11とこの電解質膜の一面に配置された触媒層12からなる電極(アノード、燃料極)14および電解質膜の他面に配置された触媒層15からなる電極(カソード、空気極)17とかなる。セバレータ18にはアノード14、カソード17に燃料ガス(水素)および酸化ガス(酸素、通常は空気)を供給するためのガス流路27、28(燃料ガス流路27、酸化ガス流路28)および/または冷媒(通常、冷却水)を流すための冷媒流路26が形成されている。膜-電極アッセンブリとセバレータ18との間には、アノード側、カソード側にそれぞれ拡散層13、16が設けられる。膜-電極アッセンブリとセバレータ18を重ねてセルを構成し、少なくとも1つのセルからモジュールを構成し、モジュールを積層してセル積層体とし、セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル20、インシュレータ21、エンドプレート22を配置し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層体の外側でセル積層方向に延びる締結部材(たとえば、テンションプレート24)、ボルト・ナット25にて固定して、スタック23を構成する。各セルの、アノード側では、水素を水素イオン(プロトン)と電子に対する反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子(隣りのMEAのアノード

で生成した電子がセバレータを通してくる、またはセル積層方向一端のセルのアノードで生成した電子が外部回路を通して他端のセルのカソードにくる)から水を生成するつきの反応が行われる。



カソード側: $2\text{H}^+ + 2e^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
水素イオンが電解質膜中を移動して上記発電反応が行われるには電解質膜が適当に潤滑していることが必要であり、燃料ガスや酸化ガスは加湿してセルに供給される。しかし、従来の燃料電池には、OC(オープンサーキットすなわち電気的無負荷)における耐久の問題があった。すなわち、OC時、電流0(自動車ではアイドル状態)において、①流速が0となり、水のもち出しが無くなり、含水率が高い状態となり、②含水率に比例して水素のクロスリーク(アノードからカソードに膜を通して水素が極く微量リークする現象)が増加し、③クロスリークした水素がカソード側で酸化ガス流路を流れる酸素と反応しカソード側の電極が発熱、かつ、カソード側での生成水が無いので、著しい温度増、を誘発する、という現象が連鎖的に起こり膜に穴が開き、耐久上問題となることがある。その対策としては、①OC時膜を乾燥させる、②アノード内の水素をクロスリークさせないために、電力として消費する、③なるべくアノード電極に近いところで、水素をカットする、などが考えられるが、本発明ではOC時、電極へのガス供給を最小限に抑える方法(ガス流路を閉塞する方法)を開発することとした。ガス流路断面積可変に関しては、特開2000-306591は、均一なガス分配を可能にするために(したがって、本発明の課題とは異なる課題)、燃料電池のセル面内流路断面積を可変とする弁を設けるもの(流路内温度に応じバイメタル弁等にて流路断面積を可変とするもの)を開示している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来燃料電池でOC時耐久を改善するために、セル面内流路断面積を小にする構造(特開2000-306591のバイメタル弁)を採用して、OC時に電極へのガス供給を抑制しても、つきの問題が生じる。

① 従来構造ではセル内部の環境(たとえば、温度)に応じて流路断面積を変えるため、セル内部の環境と独立に、セル外部からの要求(たとえば、負荷)に応じて流路断面積を変えることができない。また、流路断面積がセル内部の環境(たとえば、温度)によって決まる値となり、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができない。

② 流路の1箇所にバイメタル弁を設ける構造では、弁で流路を閉塞しても流路溝全体にわたって弁を拡散層に押し付けることができないので、流路溝全体にわたって拡散層とセバレータ間の接触面積をとることができず、セバレータの電子通路断面積が増大せず、せっかくガス

流路を閉塞してもセバレータとの熱伝導は向上しない。本発明の目的は、OC時ガス流路を閉塞して燃料電池耐久を改善するに際し、セル外部からの要求に応じて流路断面積を変えることができるとともに、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができる燃料電池を提供することにある。本発明のもう一つの目的は、OC時ガス流路を閉塞して燃料電池耐久を改善するに際し、セル外部からの要求に応じて流路断面積を変えることができるとともに、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができ、かつ、OC時でガス流路閉塞時にセバレータとの熱伝導性を向上できる燃料電池を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明はつきの通りである。

(1) セル面内のガス流路の断面積が可変であり、燃料電池負荷に応じてガス流路断面積を変化させた燃料電池。

(2) OC時は前記ガス流路を全閉とした(1)記載の燃料電池。

(3) セル面に形成されるガス流路を有する燃料電池であって、前記ガス流路を、固定部と、該固定部とは別部品で固定部に対して可動の可動部から構成し、前記可動部を動かすことにより前記ガス流路を流路レスと流路有りの状態との間で変化させた燃料電池。

(4) 前記ガス流路を、OC時には流路レスとし、出力時には流路断面積可変の流路有りとする(3)記載の燃料電池。

(5) 出力時の流路有りにおいて、前記ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中間にする(4)記載の燃料電池。

【0005】上記(1)の燃料電池では、セル面内のガス流路の断面積が可変であるため、OC時に流路断面積を閉塞することが可能である。その際、負荷(外部からの要求の一例)に応じてガス流路断面積を変化させるので、セル内環境に応じて変化させることができる、制御セル内環境とは独立に強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができる。上記(2)の燃料電池では、OC時に流路断面積を閉塞することにより、水素のクロスリークを防止でき、OC時耐久を改善することができる。上記(3)の燃料電池では、ガス流路を固定部と可動部から構成し、可動部を動かして流路レスとすることができるため、OC時に流路レスとして流路を閉塞することができる。また、可動部をセル外部からの要求に応じて動かすことにより、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができます。また、可動部を流路レスとなるように動かすことができるので、OC時に流路レスとして可動部全体を拡散層に押し付けることができ、OC時のガス

流路閉塞時のセバレータ熱伝導性を向上させることができ。上記(4)の燃料電池では、OC時に流路レスとして水素の供給を断つことにより、水素のクロスリークを防止でき、OC時耐久を改善することができる。上記(5)の燃料電池では、出力時の流路有りにおいて、ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中間にするので、要求出力が低い時には圧損を低減させて燃費向上をはかることができ、要求出力が高い時には流速を上げ生成水を吹き飛ばして燃料電池出力を上げることができ。その結果、出力時には、要求出力に応じて燃費向上と高出力の両立をはかることができる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の燃料電池を図1～図4を参照して説明する。図3、図4の従来の燃料電池の一般構成は、本発明では、セバレータ18が固定部と固定部に対して可動な可動部からなる点を除き、本発明の燃料電池にも適用される。本発明の燃料電池は固体高分子電解質型燃料電池10である。該燃料電池10は、たとえば燃料電池自動車に搭載される。ただし、自動車以外に用いられてもよい。

【0007】固体高分子電解質型燃料電池10は、図1、図3、図4に示すように、膜-電極アッセンブリ(MEA: Membrane-Electrode Assembly)とセバレータ18との積層体からなる。膜-電極アッセンブリは、イオン交換膜からなる電解質膜11と、この電解質膜の一面に配置された触媒層12からなる電極(アノード、燃料極)14および電解質膜11の他面に配置された触媒層15からなる電極(カソード、空気極)17とからなる。セバレータ18にはアノード、カソードに燃料ガス(水素)および酸化ガス(酸素、通常は空気)を供給するためのガス流路27、28または冷媒を流すための冷媒流路26が形成されている。膜-電極アッセンブリとセバレータ18との間には、アノード側、カソード側にそれぞれ拡散層13、16が設けられる。図1は、スタック23のうち、1つのMEAとその両側のセバレータ18の、一部(ガス流路27、28のそれぞれの1流路とその流路底壁、流路側壁部分)を示している。

【0008】本発明の燃料電池では、図1に示すように、セル面内の(セルの発電部領域にある)ガス流路27、28(燃料ガス流路27、酸化ガス流路28)の流路断面積が可変とされており、セル外の要求、たとえば燃料電池負荷、に応じてガス流路断面積が変化される。流路断面積が可変とされるガス流路は、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の両方であることが望ましいが、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の何れか一方のみでもOC耐久向上に対しても効果があるので、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の何れか一方のみでもよい。以下の説明は、燃料ガス流路27と酸化ガス流路28の両方の場合を例にとる。ガス流路断面積が変化され

る場合、図2に示すように、OC時はガス流路27、28が全閉とされる。

【0009】本発明の燃料電池は、図1に示すように、セル面に形成されるガス流路27、28（燃料ガス流路27、酸化ガス流路28）を有しており、ガス流路27、28は、それぞれ、固定部18aと、固定部18aとは別部品で固定部18aに対して可動の可動部18bから構成されている。固定部18aと可動部18bは、それぞれ、セパレータ18の一部を構成している。可動部18bを動かすことによりガス流路27、28は流路レスと流路有りの状態との間で変化される。可動部18bはセル外の要求、たとえば燃料電池負荷、に応じて動かされ、可動部18bが動かされることによって、ガス流路断面積が変化される。
10

【0010】可動部18bは、ガス流路27、28の流路溝深さ方向に動かされる。すなわち、固定部18aがセパレータのリブを構成しており可動部18bがリブ間の谷底を構成していて、可動部18bが動かされるとことにより、固定のリブ間で可動の谷底が流路深さ方向に拡散層13、16に接近・離反する方向（流路溝の深さが深くなったり浅くなったりする方向）に動かされる。可動部18bの動きは、ガス流路27、28の流路長手方向の動きも伴ってもよいが、流路長手方向の動きを伴うと流路レス状態近傍で拡散層13、16をこするので、流路長手方向の動きは無い方がよい。可動部18bは、従来のバイメタル弁のようにガス流路27、28のは、1箇所に局所的に設けられるのではなく、ガス流路27、28の長手方向に長く設けられる。したがって、流路レスの状態では、可動部18bは可動部18bの全長にわたって拡散層13、16に押し付けられる。

【0011】上記の構造条件は、たとえば、固定部18aを平板に並行穴を形成したものから構成しておき、可動部18bを平板の一面に該平板から直交する方向に突出する櫛歯状の多数の並行な流路底壁部を形成したものから構成しておき、可動部18bの櫛歯を固定部18aの並行穴に差し込んで、並行穴の側面で流路側面を櫛歯の幅面で流路底面を形成して、ガス流路27、28を構成し、可動部18bを固定部18aに対して平板厚み方向に動かして流路深さを変化させるようにした構造によって、達成される。ただし、この構造に流路構造が限定されるものではない。

【0012】図2に示すように、各ガス流路27、28は、OC時には流路レスとされ、出力時には流路断面積は可変の流路有りとされるように、可動部18bの動きが制御される。また、出力時の流路有りにおいて、ガス流路27、28は、図2のAのように要求出力が低い時（低負荷時）には流路断面積を全開にし、図2のBのように要求出力が高い時（高負荷時）には流路断面積を中開（全開と流路レスの全閉との中間にある開度）にするように、可動部18bの動きが制御される。上記の可動

部18bの動きの制御は、セル外の制御装置からの信号によって、可動部18bの作動装置（たとえば、スタック23の側部に設けておき、これをセルの可動部18bに連結しておく）を作動させることにより行う。可動部18bの動きの制御は、スタック23の全セル、同時に行うことが望ましい。

【0013】つぎに、本発明の燃料電池の作用について説明する。上記燃料電池10では、セル面内のガス流路27、28の流路断面積が可変であるため、OC時にガス流路27、28を閉塞する（ガス流路27、28の流路断面積を0にする）ことが可能である。その際、負荷（外部からの要求の一例）に応じてガス流路断面積を変化させて、従来のようにセル内環境に応じて変化させるものではないため、セル内環境とは独立に強制的に変えることができ、要求に応じて先手先手で制御でき、制御応答性を高めることができる。

【0014】また、OC時に流路断面積を閉塞するので、OC時に水素の供給を燃料ガス流路27全長にわたってカットでき、水素のクロスリークを防止でき、OC時耐久を改善することができる。また、カソード側の流路断面積を閉塞すると、たとえ極く微小量の水素がカソード側にクロスリークしたとしても、酸素側での水素と酸素との反応およびそれによる発熱と膜11の損傷を抑えることができ、OC時耐久を改善することができる。これに対し、従来のようなバイペタル弁によって水素の供給流量を止めた場合には、燃料ガス流路27に残っている水素のクロスリークは必ず生じるので、効果的にOC時耐久を改善することはできない。

【0015】本発明の燃料電池10では、ガス流路を固定部18aと可動部18bから構成し、可動部18bを動かして流路レスとすることができるため、OC時に流路レスとして流路を閉塞することができる。また、可動部18bをセル外部からの要求に応じて動かすことにより、従来のバイメタル弁のようにセル内環境条件によって一義的になりゆきで作動させるものではないので、流路断面積をセル内環境とは独立に、任意の値に、強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができます。

【0016】また、ガス流路27、28が流路レスとなるように可動部18bを動かすことができるので、OC時に流路レスとして可動部18b全体を拡散層13、16に押し付けることができ、したがって、セパレータ18が、リブの部分も溝であった部分も含めて、全面で、拡散層13、16に押し付けられ、OC時のガス流路閉塞時のセパレータ18の電子通路が増大し、セパレータ18との熱伝導性および導電性を向上させることができ。従来のバイメタル弁方式では、供給ガス流量を少なくすることはできても、流路は依然溝状態にあって、その部分ではセパレータは拡散層に接触してできないので、せっかくガスの供給を止めてもその流路をセパレー

タの電子通路に有效地に利用できない。これに対し、本発明では、流路レスとした時には、出力有り時に流路溝であった部分も可動部18bで埋めてセバレータ18の電子通路として有效地に利用できる。また、バイメタル方式ではバイメタルの拡散層に対する接触圧が大きくならないので、接触抵抗が大となり、電子通路として有效地に利用できない。

【0017】可動部18bをもつ燃料電池10では、可動部18bを作動させて、OC時に流路レスとして水素、酸素の供給を断つことにより、水素のクロスリークを防止でき、かつクロスリークしてしまった水素と酸素との反応を防止して発熱を抑え、膜11の損傷を防止でき、OC時耐久を改善することができる。これに対し、従来のようなバイペタル弁によって水素の供給流量を止めた場合には、燃料ガス流路27に残っている水素のクロスリークは必ず生じるので、効果的にOC時耐久を改善することはできない。

【0018】また、燃料電池10の出力時（流路有りの状態）において、ガス流路を、図2に示すように、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中開にするので、要求出力が低い時には圧損を低減させて燃費の向上をはかることができ、要求出力が高い時には流速を上げ生成水を吹き飛ばし、酸化ガス下流域での出力密度を向上させて、燃料電池出力を上げることができる（ただし、中開では圧損が大きくなって、燃費は全開時に比べて低下する）。その結果、出力時には、要求出力に応じて燃費向上と高出力の両立をはかることができる。これに対し、従来のバイメタル弁方式では、温度に応じて一義的に弁開度が決まってしまい、要求出力に応じて燃費をとったり出力をとったりすることができないので、本発明のような燃費向上と高出力の両立をはかることはできない。

【0019】

【発明の効果】請求項1の燃料電池によれば、セル面内のガス流路の断面積が可変であるため、OC時に流路断面積を閉塞することが可能である。その際、負荷（要求出力）に応じてガス流路断面積を変化させるので、セル内環境とは独立に強制的にガス流路断面積を変えることができ、制御応答性を高めることができる。請求項2の燃料電池によれば、OC時に流路断面積を閉塞することにより、水素のクロスリークを防止でき、OC時の燃料電池の耐久を改善することができる。請求項3の燃料電池によれば、ガス流路を固定部と可動部から構成し、可動部を動かして流路レスとすることができるため、OC時に流路レスとして流路を閉塞することができる。また、可動部をセル外部からの要求に応じて動かすことによ

り、流路断面積をセル内環境とは独立に強制的に変えることができ、制御応答性を高めることができる。また、可動部を流路レスとなるように動かすことができるので、OC時に流路レスとして可動部全体を拡散層に押し付けることができ、OC時のガス流路閉塞時のセバレータとの熱伝導性を向上させることができる。請求項4の燃料電池によれば、OC時に流路レスとして水素の供給を断つことにより、水素のクロスリークを防止でき、OC時耐久を改善することができる。請求項5の燃料電池によれば、出力時の流路有りにおいて、ガス流路を、要求出力が低い時には流路断面積を全開にし、要求出力が高い時には流路断面積を中開にするので、要求出力が低い時には圧損を低減させて燃費向上をはかることができ、要求出力が高い時には流速を上げ生成水を吹き飛ばして燃料電池出力を上げることができる。その結果、出力時において、燃費向上と高出力の両立をはかることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池の一部の拡大断面図である。

【図2】本発明の燃料電池の電圧／電流密度のグラフである。

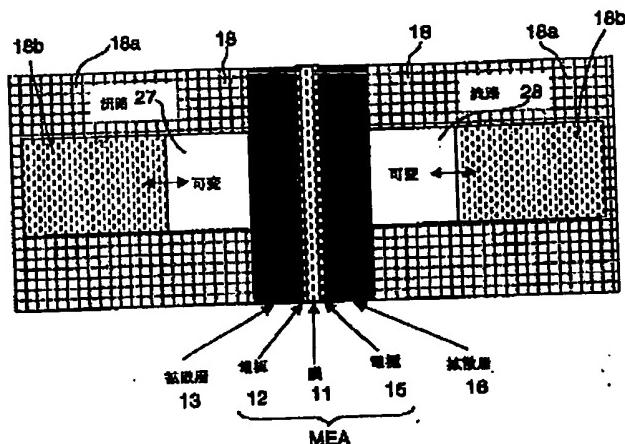
【図3】一般の燃料電池（ガス流路部以外は本発明にも適用可能）の全体正面図である。

【図4】図3の燃料電池の一部拡大断面図である。

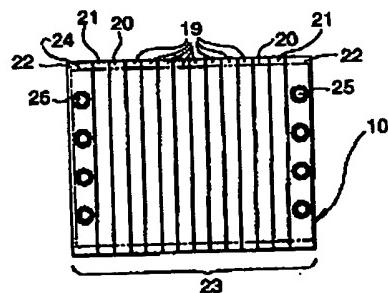
【符号の説明】

- | | |
|-----|-----------------|
| 10 | （固体高分子電解質型）燃料電池 |
| 11 | 電解質膜 |
| 12 | 触媒層 |
| 13 | 拡散層 |
| 14 | 電極（アノード、燃料極） |
| 15 | 触媒層 |
| 16 | 拡散層 |
| 17 | 電極（カソード、空気極） |
| 18 | セバレータ |
| 18a | 固定部 |
| 18b | 可動部 |
| 19 | モジュール |
| 20 | ターミナル |
| 21 | インシレータ |
| 22 | エンドプレート |
| 23 | スタッカ |
| 24 | 締結部材（テンションプレート） |
| 25 | ボルト |
| 26 | 冷媒流路（冷却水流路） |
| 27 | 燃料ガス流路 |
| 28 | 酸化ガス流路 |

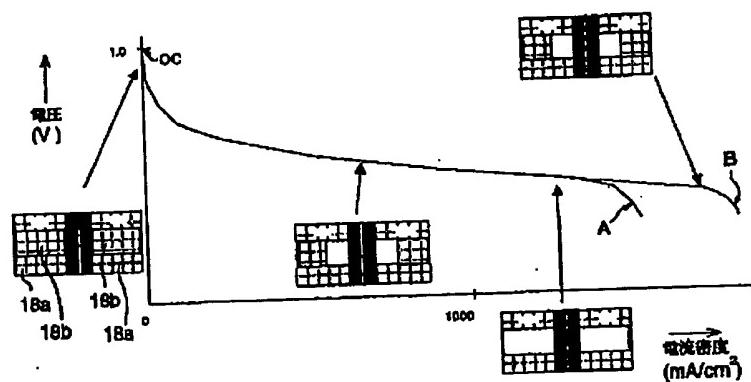
【図1】



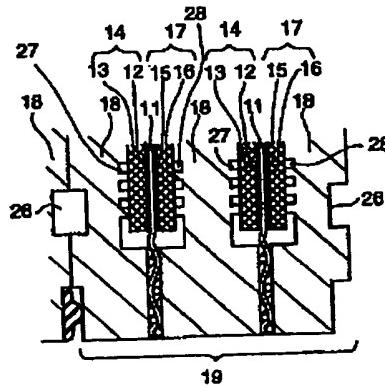
【図3】



【図2】



【図4】



BEST AVAILABLE COPY